

А.А. АНДРУСЕВИЧ, канд. техн. наук, доц., ХНУРЭ, Харьков

С.В. СОТНИК, канд. техн. наук, ассист., ХНУРЭ, Харьков

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МОНИТОРИНГА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА РЭС В РАМКАХ CALS-СИСТЕМ

У даній роботі розглядається процес моніторингу життєвого циклу виробів радіоелектронної апаратури. Проаналізовані сучасний стан, проблеми, функціональні завдання моніторингу і вимоги CALS-технологій.

Ключові слова: життєвий цикл, радіоелектронна апаратура, моніторинг, системи

В данной работе рассматривается процесс мониторинга жизненного цикла изделий радиоэлектронной аппаратуры. Проанализированы современное состояние, проблемы, функциональные задачи мониторинга и требования CALS-технологий.

Ключевые слова: жизненный цикл, радиоэлектронная аппаратура, мониторинг, системы

The process of life cycle wares of radio electronic apparatus monitoring is examined in this work. The modern state, problems, functionalities tasks of monitoring and requirement of CALS-technologies, is analysed.

Key words: life cycle, radio electronic apparatus, monitoring, systems

Введение

Мониторинг ЖЦ РЭС, выполняя по своему определению функции по надзору за состоянием объектов, предполагает сбор и обработку информации о состоянии объекта и факторах процесса ЖЦ, формирующих заданные свойства объекта. Мониторинг, выполняющий в первую очередь функции контроля, прогнозирования, отображения информации становится актуальным, т.к. является одним из средств информационной поддержки изделий, которая является сутью современной концепции CALS, принятой за основу обеспечения ЖЦ.

Анализ современного состояния, проблем, функциональных задач мониторинга ЖЦ РЭС

На сегодняшний день проблема мониторинга жизненного цикла (ЖЦ) сложной и наукоемкой радиоэлектронной системой (РЭС) к жизнеобеспечению которой предъявляются высокие требования, является актуальной.

Принцип действия системы мониторинга предельно прост. Если датчики чипа мониторинга обнаруживают, что один из отслеживаемых параметров – напряжение, температура, скорость вращения вентилятора – отклонился от нормы больше, чем допускает заданный порог, срабатывает сигнализация и подается звуковой сигнал. Пользователь должен самостоятельно выключить систему и устранить причину неисправности. Если операционная система поддерживает стандарт ACPI, чип мониторинга может дать сигнал о выключении системы.

Современные технологии контроля температуры ядра процессора сводятся к двум вариантам: внешние устройства и схемы, встроенные в ядро процессора. Лучшей эффективностью обладают встроенные системы. Ими оснащены

процессоры семейств Core i3, Core i5, Core i7, Celeron, Athlon 64, Phenom II, Sempron.

Для изделий РЭС, отличающихся высокими требованиями по обеспечению ЖЦ, примером может быть наземно-бортовой комплекс радиоэлектронного оборудования (РЭО) [1, 2, 3], обеспечивающий полет ВС, который включает большое количество разнообразных средств. Бортовые средства РЭО обеспечивают информацией навигационный комплекс (НК) и включают БРЛС, РСП, РСБН, радиостанции (Р/С) и другие системы. Наземные средства РЭО – основные информационные датчики УВД – состоят из стационарных частей неавтономных систем РСП, РСБН, РСДН, а также автономных радиолокационных станций – трассовых (ТРЛ), обзорно-диспетчерских, (ОДРЛ), вторичных (ВРЛ), посадочных (ПРЛ) и маяков типа ДМЕ.

Системные параметры описывают РЭО как большую систему, состоящую из бортовых и наземных устройств, как часть пилотажно-навигационного комплекса, как кибернетическое устройство.

Основными ПФН являются: рабочая область действия РЭО по трем координатам, ограниченная минимальной и максимальной дальностью действия D_{\min} и D_{\max} , минимальным и максимальным значением азимута α_{\min} и α_{\max} , минимальным и максимальным значением угла места β_{\min} , β_{\max} или высоты h_{\min} , h_{\max} ; число измеряемых координат и точность измерения навигационных параметров, определяемая значением ошибки (количественной мерой обычно выбирается среднее квадратическое отклонение результата измерения параметра $A - \sigma_A$); оперативность, определяемая временем, затрачиваемым на обработку информации; пропускная способность РЭО, работающих по принципу «запрос-ответ», определяемая числом одновременно обслуживаемых ВС в течение определенного временного интервала с заданной точностью; разрешающая способность РЭО как радиотехнической системы; тип оконечного устройства; надежность; эффективность; масса и габаритные размеры; потребляемая мощность (энергия).

Один из важных технических параметров РЭО – диапазон радиоволн, в котором оно работает. В большинстве типов РЭО, используется дальномерно-пеленгационный метод измерения координат. Из одной точки расстояние до объекта измеряется путем фиксации временной задержки $D = ct_{\text{зад}}$ при односторонней связи и $D = ct_{\text{зад}} / 2$ в РЛС.

Угловая координата измеряется путем использования направленности луча. Метод модуляции сигнала бывает импульсным и непрерывным.

В радионавигации сигнал практически всегда модулирован. Информация в координате «Дальность» закодирована в модулирующем сигнале. В РЭО широко используется частотная, амплитудная, амплитудно-фазовая и другие виды модуляции.

Период модуляции, как правило, выбирают из расчета

$$T_m \gg D_{\max} / c, \quad (1)$$

где D_{\max} – максимальное расстояние, которое измеряется в РНС данного типа.

Непрерывный сигнал, модулированный по фазе или частоте, имеет наибольшую энергоемкость $E_c = P\tau_c$. Энергоемкость импульсного сигнала увеличивается за счет накопления импульсов.

Импульсная и средняя мощность передатчика определяют дальность действия РНС. Поскольку РНС являются измерительными устройствами, то для уменьшения потенциальной ошибки обычно работают с большими отношениями сигнал/шум. Мощности передатчиков выбирают значительные. Более подробно этот вопрос рассматривается при описании взаимосвязи эксплуатационных и технических характеристик РНС.

Характеристики приемного тракта – коэффициент шума $N_{\text{ш}}$, полоса пропускания $\Delta F_{\text{прм}}$, статические характеристики $P_{\text{п.о}}$ (вероятность правильного обнаружения) и $P_{\text{л.т}}$ (вероятность ложной тревоги) – определяют чувствительность приемного тракта (минимально допустимую мощность принимаемого сигнала)

$$P_{\text{прм min}} = Q N_{\text{ш}} \Delta F_{\text{прм}} \alpha_{\text{прм}} kT, \quad (2)$$

где $Q = f(P_{\text{п.о}}, P_{\text{л.т}})$ – отношение сигнал/шум на выходе оптимального приемника, при котором обеспечиваются заданные значения ошибки измерения координат – потенциальной ошибки РЭО;

$\alpha_{\text{прм}}$ – коэффициент, характеризующий неоптимальность приемного тракта $1 < \alpha < \infty$;

$k = 1,38 \times 10^{-23}$ Дж/К – постоянная Больцмана;

T – абсолютная температура, К.

Между ПФН и ТП РЭО существуют тесные взаимосвязи. Эти связи обладают рядом особенностей, главными из которых следует считать: многоплановость, неоднозначность, взаимозависимость одних технических характеристик от других, наличие оптимальных вариантов.

На рис. 1 представлена структура взаимосвязей, отражающих перечисленные особенности. Сильные связи обозначены жирной линией (прямообязывающие связи), слабые связи – тонкой. Структура дает наглядное представление об их сложности и многоплановости.

Приведенные взаимосвязи могут быть для удобства анализа разбиты на четыре группы: энергетические, информационные, конструктивные и системные. Эти группы также не являются обособленными, а входящие в них характеристики связаны с характеристиками других групп [4, 5].

В настоящее время мониторинг осуществляется в рамках систем сбора и обработки информации, которые могут выполнять функции контроля параметров, диагностирования, прогнозирования, оценки технико-экономического уровня, качества. Эти функции реализованы в рамках систем автоматизации процессов ЖЦ РЭС.

Для решения проблем совместного функционирования компонентов САПР различного назначения разрабатываются системы управления проектными данными – системы PDM. Они либо входят в состав модулей конкретной САПР, либо имеют самостоятельное значение и могут работать совместно с разными САПР.

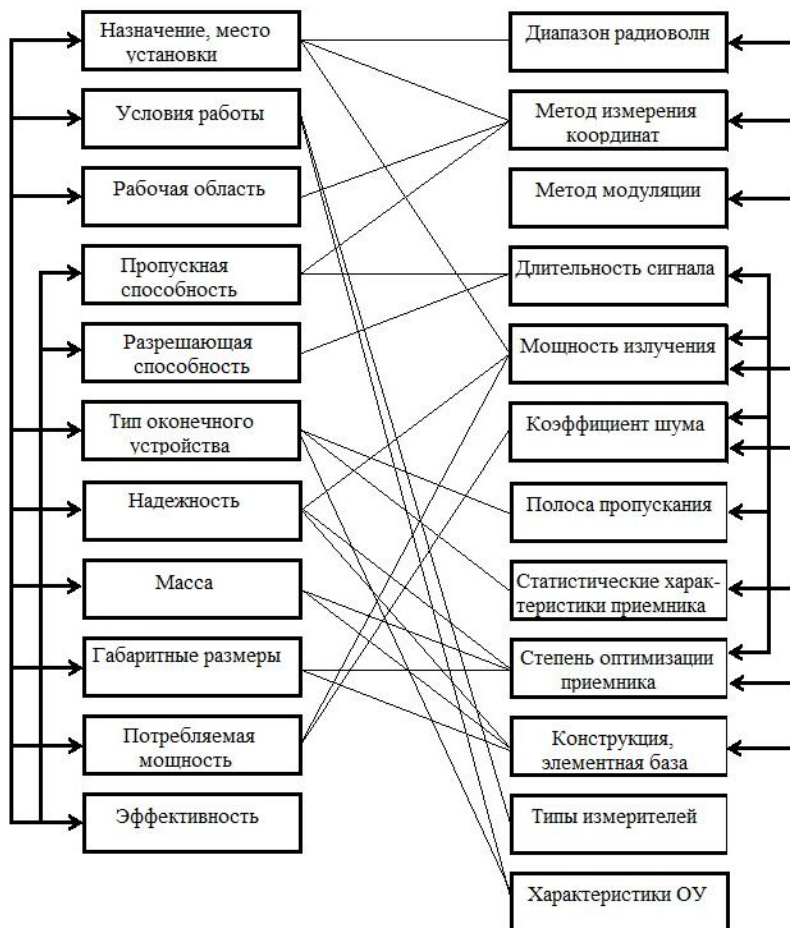


Рис. 1. Взаимосвязь ПФН, ТП и ПЭТ

Анализ современного состояния мониторинга, реализуемого в системах автоматизации процессов ЖЦ РЭС, показал, что методы мониторинга, осуществляемые на всех этапах ЖЦ РЭС, требуют совершенствования. Для сложных систем, в том числе и ЖЦ РЭС возникает необходимость принятия управляющих решений в ситуации отсутствия формальных приемов. Наиболее эффективными становятся человеко-машинные процедуры, основанные на «диалоге» человека с ЭВМ и задачи управления решаются в рамках автоматизированных человеко-машинных систем. И здесь мониторинг, способный отображать суть происходящих процессов, становится действенным инструментом управления ЖЦ РЭС.

Анализ требований CALS – технологий, затрагивающих пути и методы совершенствования мониторинга ЖЦ РЭС

Концепция CALS направлена на то, чтобы достичь должного уровня взаимодействия промышленных автоматизированных систем. Требуется

создание единого информационного пространства не только на отдельных предприятиях, но и, что более важно, в рамках объединения предприятий. Единое информационное пространство обеспечивается благодаря унификации, как формы, так и содержания информации о конкретных изделиях на различных этапах их жизненного цикла.

Унификация формы достигается использованием стандартных форматов и языков представления информации в межпрограммных обменах и при документировании.

Унификация содержания, понимаемая как однозначно правильная интерпретация данных о конкретном изделии на всех этапах его жизненного цикла, обеспечивается разработкой приложений, закрепляемых в прикладных CALS-протоколах.

Унификация перечней и наименований сущностей, атрибутов и отношений в определенных предметных областях является основой для единого электронного описания изделия в CALS-пространстве.

Суть концепции CALS заключается в создании единой интегрированной модели изделия. Такая модель должна отражать все аспекты изделия, знание об изделии, сопровождать изделие на всем протяжении его жизненного цикла (рис. 2).

Под понятием “единая модель” имеется в виду модель, которая содержит всю информацию об изделии, необходимую на каждом из этапов ЖЦИ. Под понятием “интегрированная” имеется в виду модель, при построении каждого из фрагментов которой использовались единые средства и методы построения моделей. Также учитывается обеспечение целостности всей модели, которая описывает изделия.

Основное содержание концепции CALS, что принципиально отличает ее от других, составляет инвариантные понятия, которые реализуются (целиком или частично) на протяжении жизненного цикла изделия (рис. 2).

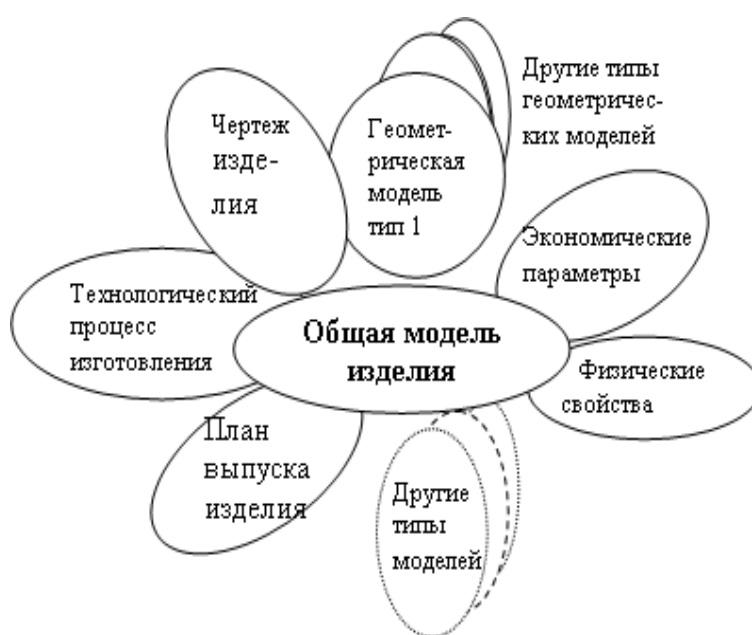


Рис. 2. Построение интегрированной модели изделия

Системная информационная поддержка ЖЦИ на основе использования интегрированной информационной среды (ИИС), что обеспечивает минимизацию затрат в ходе ЖЦ, является ставной частью концепции CALS, обеспечивающих решение задач по реализации понятий:

- базовые принципы CALS;
- базовые управленческие технологии;
- базовые технологии управления данными.

В дальнейшем необходимо обеспечить:

- информационную интеграцию за счет стандартизации информационного описания объектов управления;
- низменность программ и данных на основе стандартизации структур данных и интерфейсов доступа к ним, ориентация на готовые коммерческие программно-технические решения (Commercial Of The Shelf – COTS), что отвечают требованиям стандартов;
- безбумажное представление информации, использование электронно-цифровой подписи;
- параллельный инжиниринг (Concurrent Engineering);
- непрерывное усовершенствование бизнес-процессов (Business Processes Reengineering).

Жизненный цикл изделия может быть разбит на такие этапы:

- создание модели изделия – концептуальное и рабочее проектирования;
- создание экземпляров изделия – материально-техническое обеспечение, изготовление, контроль и диагностика;
- реализация и эксплуатация изделия.

С точки зрения уровня абстракции данные об изделии можно разбить на:

- модель конкретного изделия;
- нормативно-справочную информацию о классах изделий;
- знание о методах создания и использования изделий.

В функциональном аспекте реализация CALS требует обеспечения для каждого из этапов жизненного цикла на каждом из уровней абстракции трех основных функций:

- сохранение;
- отображение;
- обмен.

ЖЦ продукта присуще большое разнообразие процессов. Процесс – это структурированный набор функций, охватывающий различные сущности и завершающийся глобальной целью (определение по ISO/CD 15531-1). По определению, приведенному в стандарте ISO 8402:1994, процесс – это совокупность взаимосвязанных ресурсов и деятельности, которая преобразует входящие элементы в выходящие. Ресурсами являются персонал, средства обслуживания, оборудование, технология, методология.

Наиболее известные: производственный процесс, процесс проектирования, процесс эксплуатации. Каждый из этих процессов, в свою очередь, состоит из технологических процессов и организационно-деловых процессов. Под технологическим процессом понимается часть производственного (или другого

процесса), содержащая целенаправленные действия по изменению и (или) последующему определению состояния предмета труда. Под организационно-деловыми процессами понимаются процессы, связанные с взаимодействием людей (подразделений, организаций), все процессы ЖЦ взаимосвязаны.

Таким образом, мониторинг, выполняя по своему определению функции по надзору за состоянием объектов, предполагает сбор и обработку информации о состоянии объекта, и факторах процесса ЖЦ, формирующих заданные свойства объекта. К числу наиболее важных функций мониторинга, относится контроль и прогнозирование состояния РЭС, отображение процессов на всех этапах ЖЦ РЭС. ЖЦ продукта присуще большое разнообразие процессов, наиболее влияющих на изменение состояния продукта: процесс проектирования, производственный процесс, процесс эксплуатации. Решение комплекса функциональных задач мониторинга ЖЦ РЭС на этих этапах дает возможность определить предметную область приложения результатов исследований, приведенных в работе. Мониторинг в рамках CALS-технологии, способный отображать суть происходящих процессов, становится действенным инструментом управления ЖЦ РЭС.

Список литературы: 1. Новиков В.С. Техническая эксплуатация авиационного радиоэлектронного оборудования. – М.: Транспорт, 1987. – 224 с. 2. Иванов П.А., Давыдов П.С. Эксплуатация авиационного РЭО: Справочник. – М.: Транспорт, 1987. – 316 с. 3. Кузнецов А.А., Дубровский В.И., Уланов А.С. Эксплуатация средств управления воздушным движением. – М.: Транспорт, 1983. – 256 с. 4. Юрков Н.К., Тюрина Л.А. К проблеме системной организации жизненного цикла промышленных изделий. - Качество и ИПИ (CALS) – технологии. – 2005. – N 3(7). – С.27-30. 5. Шептунов С.А. Жизненный цикл продукции. - М.: Янус-К, 2003. – 244 с.

Поступила в редколлегию 21.03.2012